

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-190486

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 3 M 13/22

H 0 3 M 13/22

13/00

13/00

13/12

13/12

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平8-350678

(22) 出願日

平成8年(1996)12月27日

(71) 出願人 392026693

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社  
東京都港区虎ノ門二丁目10番1号

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 藤原 淳

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・  
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(72) 発明者 土肥 智弘

東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・  
ティ・ティ移動通信網株式会社内

(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

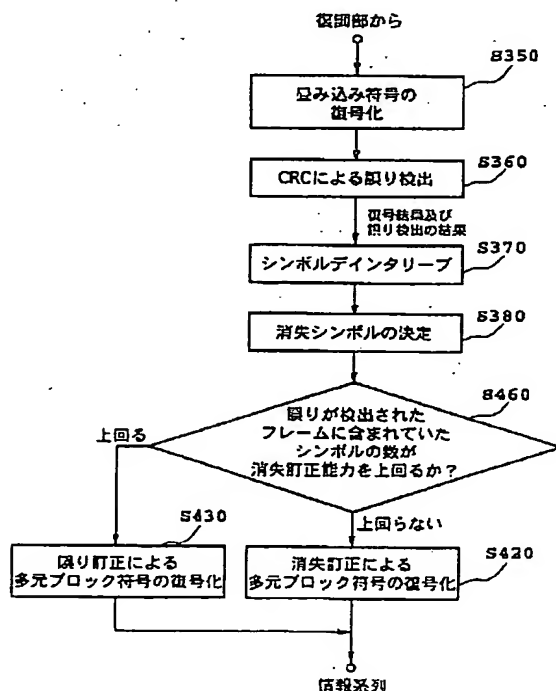
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化装置および復号化装置および符号化復号化システム並びに方法

(57) 【要約】

【課題】 連接符号を用いて符号化を行う際にCRC検査ビットを用い、復号化を行う際にCRCによる誤り検出結果を用いて誤りシンボルの位置を決定することにより、少ない演算量で効果的に消失訂正を行い、高い誤り訂正能力を提供することができるようにする。

【解決手段】 符号化の際、連接符号の外符号の符号化後にシンボルインタリーブを施し、CRC検査ビットを付加してから内符号の符号化を行う。復号化の際、内符号の復号化後にCRCを用いた誤り検出を行い、シンボルデインタリーブを施した後に、誤りが検出されたフレームに含まれるシンボルの数により消失訂正または誤り訂正による外符号の復号化を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報系列に符号化を施す符号化装置において、

前記情報系列のブロックに対して一定ビット数単位に区切る多元化を行なって、前記一定ビット数単位からなるフレームとする多元化手段と、

前記フレーム単位に施す符号である外符号による外符号符号化手段と、

前記外符号による符号化後の前記フレームに対して一定ビット数単位のインタリーブを行う一定ビット数単位インタリーブ手段と、

前記一定ビット数単位インタリーブ後にブロック単位に検査ビットを付加する検査ビット付加手段と、

前記検査ビット付加後の情報系列に施す符号である内符号による内符号符号化手段とを備えたことを特徴とする符号化装置。

【請求項2】 情報系列に復号化を施す復号化装置において、

前記内符号による符号化を復号化する内符号復号化手段と、

前記付加された検査ビットによりブロック単位の誤り検出を行うブロック誤り検出手段と、

前記ブロック誤り検出手段による誤り検出後のブロックに対して前記多元化を行なって、前記一定ビット数単位からなるフレームとする多元化手段と、

前記フレームに対してデインタリーブを行うデインタリーブ手段と、

前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位的位置を特定した場合に誤りを訂正できる消失訂正により前記外符号の復号化を行う外符号復号化手段とを備えたことを特徴とする復号化装置。

【請求項3】 請求項2記載の復号化装置において、前記外符号復号化手段は、前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正により訂正できる一定ビット数単位の数である消失訂正能力を上回っていなければ、前記消失訂正により前記外符号の復号化を行い、前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正能力を上回っていれば、前記誤りの検出された一定ビット数単位的位置を特定しない場合に誤りを訂正できる誤り訂正により外符号の復号を行う外符号復号化手段であることを特徴とする復号化装置。

【請求項4】 請求項1記載の前記符号化装置と、請求項2又は3いずれか記載の前記復号化装置とを備えたことを特徴とする符号化復号化システム。

【請求項5】 請求項1記載の符号化装置において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記符号化装置は通信路符号化装置であることを

特徴とする符号化装置。

【請求項6】 請求項2記載の復号化装置において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記復号化装置は通信路復号化装置であることを特徴とする復号化装置。

【請求項7】 請求項3記載の復号化装置において、前記復号化装置は通信路復号化装置であることを特徴とする復号化装置。

【請求項8】 請求項5記載の前記符号化装置と、請求項6又は7いずれか記載の前記復号化装置とを備えたことを特徴とする符号化復号化システム。

【請求項9】 情報系列に符号化を施す符号化方法において、

前記情報系列のブロックに対して前記多元化を行なって、前記フレームとする多元化ステップと、

前記フレーム単位に施す符号である外符号による符号化を施す外符号符号化ステップと、

前記外符号化ステップ後の前記フレームに対して一定ビット数単位のインタリーブを行う一定ビット数単位インタリーブステップと、

前記一定ビット数単位インタリーブステップ後にブロック単位に検査ビットを付加する検査ビット付加ステップと、

前記検査ビット付加ステップ後の情報系列に施す符号である内符号による符号化を施す内符号符号化ステップとを備えたことを特徴とする符号化方法。

【請求項10】 情報系列に復号化を施す復号化方法において、

前記内符号による符号化を復号化する内符号復号化ステップと、

前記付加された検査ビットによりブロック単位の誤り検出を行うブロック誤り検出ステップと、

前記ブロック誤り検出ステップによる誤り検出後のブロックに対して前記多元化を行なって、前記フレームとする多元化ステップと、

前記フレームに対してデインタリーブを行うデインタリーブステップと、

前記デインタリーブステップ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位的位置を特定した場合に誤りを訂正できる消失訂正により前記外符号の復号化を行う外符号復号化ステップとを備えたことを特徴とする復号化方法。

【請求項11】 請求項10記載の復号化方法において、

前記外符号復号化ステップは、前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正により訂正できる一定ビット数単位の数である消失訂正能力を上回っていなければ、前記消失訂正により前記外符号の復号化を行い、前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤り

の検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正能力を上回っていれば、前記誤りの検出された一定ビット数単位の位置を特定しない場合に誤りを訂正できる誤り訂正により外符号の復号を行う外符号復号化ステップであることを特徴とする復号化方法。

【請求項12】 請求項9記載の前記符号化方法と、請求項10又は11いずれか記載の前記復号化方法とを備えたことを特徴とする符号化復号化方法。

【請求項13】 請求項9記載の符号化方法において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記符号化方法は通信路符号化方法であることを特徴とする符号化方法。

【請求項14】 請求項10記載の復号化方法において、

前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記復号化方法は通信路復号化方法であることを特徴とする復号化方法。

【請求項15】 請求項11記載の復号化方法において、

前記復号化方法は通信路復号化方法であることを特徴とする復号化方法。

【請求項16】 請求項13記載の前記符号化方法と、請求項14又は15いずれか記載の前記復号化方法とを備えたことを特徴とする符号化復号化方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は符号化装置および復号化装置および符号化復号化システム並びに方法に関し、特に、デジタル移動通信における通信路符号化装置および通信路復号化装置および通信路符号化復号化システム並びに方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来、符号化装置および復号化装置、特にデジタル移動通信において通信路符号化装置および通信路復号化装置を用いる場合には、フェージングと呼ばれる受信電力の変動や同じ周波数チャネルを使用するユーザからの干渉による通信品質の劣化を防ぐために、通信路符号化が行われていた。数ある符号化方式の中でも、畳み込み符号を用いる符号化方式は、ビット誤り率 (Bit Error Ratio: BER) が比較的高い通信路においても大きな誤り訂正効果を得ることができる符号化方式であり、実際に用いられることも多かった。

【0003】しかし、この畳み込み符号による符号化方式はその性質上誤り伝搬を引き起こすことや、フェージングによる受信電力が大きく落ち込むことがあることなどにより、畳み込み符号のみではバースト誤りが避けられないことが多い。

【0004】このバースト誤りを防ぐ方法の一つとして、情報系列を時間的に入れ替えるインタリーブによる

方法がよく用いられる。インタリーブは、送信側では一定の量の情報系列をバッファにため込んでから順番の入れ替えを行い、受信側では情報系列を入れ替え前の順序に戻す、という方法である。一般的にはこのバッファのサイズであるインタリーブサイズを大きくすればするほど、バースト誤りの訂正能力は向上する。

【0005】しかし、インタリーブサイズを大きくするにつれて、復号時に生じる遅延が大きくなるという問題がある。

【0006】バースト誤りを低減する別の方法の一つとして、接続符号による符号化方法が挙げられる。接続符号による符号化方法は、誤り訂正符号を施した情報系列に、さらに符号化を施すことで、バースト誤りの訂正を効率良く行う方法である。最初に施す符号を外符号、次に施す符号を内符号という。バースト誤りを低減するために用いられる接続符号としては、内符号に畳み込み符号、外符号にブロックのあるシンボル単位に区切った多元ブロック符号が用いられる。1シンボルは一定ビット数の単位であり、8ビットがよく使われるが、8ビットに限定されるものではない。

【0007】図1は従来の基本的な接続符号による符号化方法を示すフローチャートである。

【0008】図1(a)は送信側であり、情報系列に対して多元ブロック符号化(S110)を施し、生成された情報系列であるフレームに対して畳み込み符号化(S120)を行う。従来は、誤り訂正能力を高めるために各符号化の後にインタリーブを施すことがあったが、必ずしも必須のもではなかった。

【0009】図1(b)は受信側であり、復調された情報系列に対して、畳み込み符号の復号化(S130)を行い、復号化された情報系列に対して、多元ブロック符号の復号化(S140)を行う。多元ブロック符号において、1フレーム中で訂正可能である誤りシンボルの数を誤り訂正能力といい、1フレーム中で誤りシンボルの位置が特定されている場合に誤りが訂正できるシンボルの数を消失訂正能力という。多元ブロック符号では消失訂正能力は誤り訂正能力と比べて等しいかより大きい。特に外符号として消失訂正能力が誤り訂正能力より比較的大きな符号を用いた場合は、消失訂正を行うことでより高効率の復号を行うことが可能となる。

【0010】しかし、消失訂正を行う場合には、誤りシンボルの位置を特定するための情報が必要である。内符号において畳み込み符号をビタビ復号(Viterbi decoding)を用いて復号する際に、復号化したシンボルの信頼度を計算し、外符号の復号においてその信頼度を利用する復号方式(SOVA: Soft Output Viterbi Algorithm)が提案されている(J. Hagenauer and P. Hoeher, "A Viterbi Algorithm with Soft-Decision Ou

tputs and its Application  
s", IEEE)。

【0011】図2は、SOVAの構成を示す図である。  
この方式は畳み込み符号の復号化(S210)において、生き残りパス(survivor path)を決定する際に、生き残りパスとなったパスがどの程度信頼できるかという信頼度をパスのメトリック(metric)をもとに算出し、復号結果とともに出力する。このビット毎の信頼度情報をもとにシンボルデインターリーブ(S220)を行う。外符号である多元ブロックの復号化(S230)では、デインターリーブされた信頼度の情報を用いて復号化を行う。内符号においてはこの信頼度の情報の演算に、さらに外符号においてはこの信頼度の情報の利用に、各々多量の演算と記憶容量とを必要とする。また、内符号から外符号に出力する信頼度の情報量が多いため、内符号の復号装置から外符号の復号装置の間に容量の大きい通信路を必要とするという問題があった。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、連接符号を用いて符号化を行う際に巡回冗長符号(Cyclic Redundancy Code: CRC)を用いた誤り検出を行い、復号化を行う際にCRCによる誤り検出の結果を用いて誤りシンボルの位置を決定することにより、少ない演算量で効果的に消失訂正を行い、高い誤り訂正能力を提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、情報系列に符号化を施す符号化装置において、前記情報系列のブロックに対して一定ビット数単位に区切る多元化を行なって、前記一定ビット数単位からなるフレームとする多元化手段と、前記フレーム単位に施す符号である外符号による外符号符号化手段と、前記外符号による符号化後の前記フレームに対して一定ビット数単位のインターリーブを行う一定ビット数単位インターリーブ手段と、前記一定ビット数単位インターリーブ後にブロック単位に検査ビットを付加する検査ビット付加手段と、前記検査ビット付加後の情報系列に施す符号である内符号による内符号符号化手段とを備えたことを特徴とする。

【0014】請求項2記載の発明は、情報系列に復号化を施す復号化装置において、前記内符号による符号化を復号化する内符号復号化手段と、前記付加された検査ビットによりブロック単位の誤り検出を行うブロック誤り検出手段と、前記ブロック誤り検出手段による誤り検出後のブロックに対して前記多元化を行なって、前記一定ビット数単位からなるフレームとする多元化手段と、前記フレームに対してデインターリーブを行うデインターリーブ手段と、前記デインターリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の位置を特

定した場合に誤りを訂正できる消失訂正により前記外符号の復号化を行う外符号復号化手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】請求項3記載の発明は、請求項2記載の復号化装置において、前記外符号復号化手段は、前記デインターリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正により訂正できる一定ビット数単位の数である消失訂正能力を上回っていなければ、前記消失訂正により前記外符号の復号化を行い、前記デインターリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正能力を上回っていれば、前記誤りの検出された一定ビット数単位の位置を特定しない場合に誤りを訂正できる誤り訂正により外符号の復号を行う外符号復号化手段であることを特徴とする。

【0016】請求項4記載の発明は、請求項1記載の前記符号化装置と、請求項2又は3いずれか記載の前記復号化装置とを備えたことを特徴とする。

【0017】請求項5記載の発明は、請求項1記載の符号化装置において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記符号化装置は通信路符号化装置であることを特徴とする。

【0018】請求項6記載の発明は、請求項2記載の復号化装置において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記復号化装置は通信路復号化装置であることを特徴とする。

【0019】請求項7記載の発明は、請求項3記載の復号化装置において、前記復号化装置は通信路復号化装置であることを特徴とする。

【0020】請求項8記載の発明は、請求項5記載の前記符号化装置と、請求項6又は7いずれか記載の前記復号化装置とを備えたことを特徴とする。

【0021】請求項9記載の発明は、情報系列に符号化を施す符号化方法において、前記情報系列のブロックに対して前記多元化を行なって、前記フレームとする多元化ステップと、前記フレーム単位に施す符号である外符号による符号化を施す外符号符号化ステップと、前記外符号化ステップ後の前記フレームに対して一定ビット数単位のインターリーブを行う一定ビット数単位インターリーブステップと、前記一定ビット数単位インターリーブステップ後にブロック単位に検査ビットを付加する検査ビット付加ステップと、前記検査ビット付加ステップ後の情報系列に施す符号である内符号による符号化を施す内符号符号化ステップとを備えたことを特徴とする。

【0022】請求項10記載の発明は、情報系列に復号化を施す復号化方法において、前記内符号による符号化を復号化する内符号復号化ステップと、前記付加された検査ビットによりブロック単位の誤り検出を行うブロック誤り検出ステップと、前記ブロック誤り検出ステップによる誤り検出後のブロックに対して前記多元化を行な

って、前記フレームとする多元化ステップと、前記フレームに対してデインタリーブを行うデインタリーブステップと、前記デインタリーブステップ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の位置を特定した場合に誤りを訂正できる消失訂正により前記外符号の復号化を行う外符号復号化ステップとを備えたことを特徴とする。

【0023】請求項11記載の発明は、請求項10記載の復号化方法において、前記外符号復号化ステップは、前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正により訂正できる一定ビット数単位の数である消失訂正能力を上回っていなければ、前記消失訂正により前記外符号の復号化を行い、前記デインタリーブ後のフレームに含まれている前記誤りの検出された一定ビット数単位の数が前記消失訂正能力を上回っていれば、前記誤りの検出された一定ビット数単位の位置を特定しない場合に誤りを訂正できる誤り訂正により外符号の復号を行う外符号復号化ステップであることを特徴とする。

【0024】請求項12記載の発明は、請求項9記載の前記符号化方法と、請求項10又は11いずれか記載の前記復号化方法とを備えたことを特徴とする。

【0025】請求項13記載の発明は、請求項9記載の符号化方法において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記符号化方法は通信路符号化方法であることを特徴とする。

【0026】請求項14記載の発明は、請求項10記載の復号化方法において、前記情報系列はデジタル移動通信における情報系列であり、前記復号化方法は通信路復号化方法であることを特徴とする。

【0027】請求項15記載の発明は、請求項11記載の復号化方法において、前記復号化方法は通信路復号化方法であることを特徴とする。

【0028】請求項16記載の発明は、請求項13記載の前記符号化方法と、請求項14又は15いずれか記載の前記復号化方法とを備えたことを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0030】（実施の形態1）図3は、本発明の実施の形態1を示すフローチャートである。

【0031】図3（a）は送信側を示すフローチャートであり、送信する情報系列を多元化し、この多元化した情報系列に対して接続符号の外符号として多元ブロック符号を用いた多元ブロック符号化（S310）を行う。次に、検査シンボルが付加された情報系列にシンボルインタリーブ（S320）を施す。この検査シンボルとしては、例えば、リードソロモン符号（Reed-Solomon Code：RS符号）を用いることができる。インタリーブされた情報系列を2元情報系列に戻し

てCRC検査ビットを付加し（S330）、接続符号の内符号として畳み込み符号を用いた畳み込み符号化（S340）を行い、変調および送信を行う送信部に出力する。

【0032】図3（b）は受信側を示すフローチャートであり、受信した信号系列を復調して生成された情報系列に対して接続符号の内符号である畳み込み符号の復号化（S350）を行う。復号化された情報系列に対してCRCによる誤り検出（S360）を施し、復号結果および誤り検出の結果についてシンボルデインタリーブ（S370）を行い、接続符号の外符号である多元ブロック符号のフレームを作成する。デインタリーブされた復号結果および誤り検出の結果について誤りが検出されたフレームに含まれていたシンボルを消失したシンボルとみなして決定する（S380）。RS符号を検査シンボルとして用いる場合は、消失したとみなされるシンボルの他のシンボルには誤りがないものとみなして誤り訂正を行い、消失訂正による多元ブロック符号の復号化（S390）を行う。最後に情報を2元化して、復号結果の情報系列として出力する。

【0033】図5は、本発明の実施の形態1の送信側ビットダイアグラムを示す図である。本図において図3（a）に対応する部分には同じ符号を付けてある。

【0034】送信する情報系列（510）をブロック単位に区切ってバッファに入れる（520）。バッファサイズすなわちインタリーブサイズは、多元ブロック符号の1ブロック長とインタリーブの深さとの積（520）である。本図においては、例示的にインタリーブの深さは4となっているがこれは説明上の数にすぎない。

【0035】次に、各ブロックはシンボル単位に区切られて情報系列の多元化（530）が行われる。上述のように、1シンボルは一定ビット数の単位をいい、8ビットがよく使われるが、8ビットに限定されるものではない。このシンボル単位に区切られた1ブロックを1フレームという。情報系列の多元化（520）の図において、例示的に4つのフレームが4種類の模様に分けて示されているが、これはシンボルインタリーブ（S320）の説明を明確にするためのものである。対照的に、情報系列（510）の模様は2元化されていることを示している。

【0036】図6は、本発明の実施の形態1の受信側ビットダイアグラムを示す図である。本図において図3（b）に対応する部分には同じ符号を付けてある。

【0037】畳み込み符号の復号化（S350）では、復号誤りの生じたビット位置が黒塗りで示してある。CRCによる誤り検出（S360）では、復号誤りの生じたブロックはCRC NGと示されている。情報系列の多元化（610）において、誤りが検出されたフレームに含まれるシンボルは斜線のついた模様で示され、シンボルデインタリーブ（S370）でも同様の模様で示さ

れている。これらの模様のついたシンボルが、消失シンボルの決定(S380)でX印がつけられ、消失したシンボルとみなされる。次に、消失訂正による多元ブロック符号の復号化(S390)を行う。最後に情報を2元化(620)して、復号結果の情報系列として出力する。

【0038】(実施の形態2)図4は、本発明の実施の形態2を示すフローチャートである。

【0039】本図において、畳み込み符号の復号化(S350)、CRCによる誤り検出(S360)、シンボルデインタリーブ(S370)、そして消失シンボルの決定(S380)までは、図3(b)と同様である。

【0040】消失シンボルの決定(S380)後、誤りが検出されたフレームに含まれていたシンボルの数が外符号の消失訂正能力を上回っているかどうかを判断し(S410)、上回っていない場合は、誤りが検出されたフレームに含まれていたシンボルを消失したシンボルとみなして、実施の形態1の場合のように例えばRS符号を用いた誤り訂正により、消失訂正による多元ブロックの復号化(S420)を行う。誤りが検出されたフレームに含まれていたシンボルの数が外符号の消失訂正能力を上回っている場合は、消失訂正によりすべての誤りを訂正するのは不可能である。

【0041】しかし、フレーム内の誤り検出されたシンボルの数が誤り訂正能力を上回っていない場合は、例えばRS符号を用いた誤り訂正によってすべての誤りが訂正できるため、消失訂正は行わず、誤り訂正のみを施す。

【0042】すなわち、発明の実施の形態2においては、CRCによる誤り検出の精度は非常に高いため、フレーム誤りの検出の結果はほぼ正しいとみなせることより、消失訂正によってすべての誤りが訂正できるときのみ消失訂正を行い、消失訂正によってはすべての誤りが訂正できるわけではないときは、誤り訂正によって復号化を行う。

【0043】図7は、本発明の実施の形態2のビットダイアグラムを示す図である。本図において図4に対応する部分には同じ符号を付けてある。

【0044】畳み込み符号の復号化(S410)では、復号誤りの生じたビット位置が2つのブロックにわたって黒塗りで示してある。CRCによる誤り検出(S420)では、復号誤りの生じた2つのブロックがCRC NGと示されている。情報系列の多元化(710)において、誤りが検出された2つのフレームに含まれるシンボルは斜線のついた模様で示され、シンボルデインタリーブ(S430)でも同様の模様で示されている。

【0045】本図では、例示的に誤りが検出された2つのフレームに含まれていたシンボルの数が外符号の消失訂正能力を上回っている場合が示されている。したがって、消失訂正は行わず(720)、誤り訂正による多元

ブロック符号の復号化(730)のみを行う。最後に情報を2元化(740)して、復号結果の情報系列として出力する。

【0046】(実施の形態3)図9は本発明の実施の形態3である通信路符号化装置および復号化装置の一実施の形態を示すブロック図である。図9(a)は送信側を、図9(b)は受信側を示す。

【0047】本実施の形態においても、送信側では情報系列に接続符号の外符号としてRS符号を用いている。受信側では、CRC誤り検出により消失訂正シンボルを決定し、シンボルデインタリーブを行ってRS符号による誤り訂正により復号を行う。したがって、消失訂正を行わないRS符号による誤り訂正のみの場合に比べて、より効果的な誤り訂正を図ることが可能である。

【0048】図9(a)は、情報シンボルの多元化部900、接続符号の外符号であるRS符号のRS符号化器915、シンボルインタリーブ920、CRC検査ビット付加部925、接続符号の内符号である畳み込み符号の畳み込み符号化器930、ビットインタリーブ935、変調部940から構成される。

【0049】図9(b)は、復調部950、ビットデインタリーブ955、畳み込み符号の復号化器960、CRCによる誤り検出部965、シンボルデインタリーブ970、消失訂正によるRS符号の復号化器975、誤り訂正によるRS符号の復号化器980、情報の2元化部990から構成される。

【0050】次に、本装置の動作を述べる。送信する2元情報系列が多元化部900に入力される。ここで複数の情報ビットが1つのシンボルに変換される。多元シンボルに変換された情報系列は、RS符号化器915により検査シンボルが付加され、シンボルインタリーブ920においてシンボルインタリーブが施される。その後情報を2元化し、CRC検査ビット付加部において算出されたCRC検査ビットを付加する。この2元情報系列に畳み込み符号化器930において畳み込み符号化を施し、ビットインタリーブ935においてビットインタリーブを行った後に変調部940に出力する。ここで、情報系列は変調され、無線送信部に送られる。

【0051】受信部においては、まず無線受信部から送られる信号系列を復調部950において復調し、ビットデインタリーブ955においてデインタリーブを施し、畳み込み符号の復号化器960で内符号の復号が行われる。その後CRC誤り検出部965においてフレーム誤りを検出した後多元化され、シンボルデインタリーブ970においてデインタリーブが施される。各フレーム毎に、誤りが含まれるシンボル数が消失訂正の範囲内なら消失訂正によるRS符号の復号化器975で消失訂正を行い、そうでないなら誤り訂正によるRS符号の復号化器980で誤り訂正を行う。最後に、2次元化部990において情報を2元情報に復元して、受信系列とする。

【0052】本実施の形態におけるビットインタリーブ935およびビットデインタリーブ955は、誤り検出と訂正能力を高めるために付け加えられたものである。したがって、ビットインタリーブおよびビットデインタリーブを本発明の他の実施の形態においても同様に付け加えることができる。

【0053】本発明の、情報系列に符号化を施す符号化方法および情報系列に復号化を施す復号化方法は、コンピュータプログラムによって実行されても良い。その場合、そのコンピュータプログラムは、フロッピーディスク、CD-ROMまたはフラッシュメモリ等のコンピュータが読むことができる記憶媒体により提供することができる。

【0054】図8に信号対雑音電力比をパラメータとしたときの内符号、内符号+誤り訂正を行う外符号、内符号+SOVAを用いる外符号、本発明である内符号+CRCを用いる外符号のビット誤り率特性を示す。縦軸は平均ビット誤り率（平均BER）、横軸は信号エネルギー対雑音電力スペクトル密度比（ $E_b/N_0$ ）である。誤り訂正のみの復号化に比べると、内符号の復号化においてビット毎の信頼度情報を利用するSOVAと本発明の方式では平均ビット誤り率10-5（10のマイナス5乗）の場合に $E_b/N_0$ で約1dB程度の改善がみられる。

【0055】SOVAは復号時においてビット毎の信頼度の計算をし、復号化されたビット毎の結果を外符号に出力する必要があるが、本発明によれば、内符号の復号化が終わった後にCRCによる誤り検出を施し、フレーム誤りがあったかどうかの1ビットを外符号の復号器に出力するだけですむ。したがって、SOVAと比べると装置化が容易になる上、SOVAとほぼ同様の特性を得ることができる。

【0056】

【発明の効果】本発明によれば、連接符号を用いて通信路符号化を行う際に、送信側では、外符号の符号化後にCRC検査ビットを付加してから内符号の符号化を行い、受信側では、内符号の復号化後にCRCを用いた誤り検出を行い、シンボルデインタリーブを施した後に誤り検出の結果を用いて消失訂正するシンボルを決定して外符号の復号を行うので、高精度の誤り訂正を図ることが可能である。

【0057】また、本発明によれば誤り訂正は誤り訂正

のみの連接符号と比べて同じもしくは優れた能力をもつ。

【0058】さらに、本発明によれば、内符号の復号化が終わった後にCRCによる誤り検出を施し、フレーム誤りがあったかどうかの1ビットを外符号の復号器に出力するだけですむので、SOVAと比べると装置化が容易になる上、SOVAとほぼ同様の特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】従来の基本的な連接符号による符号化方法の構成を示す図である。

【図2】SOVAの構成を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態1の符号化および復号化を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態2の復号化を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態1の符号化におけるビットダイアグラムである。

20 【図6】本発明の実施の形態1の復号化におけるビットダイアグラムである。

【図7】本発明の実施の形態2の復号化におけるビットダイアグラムである。

【図8】信号対雑音電力比をパラメータとした各復号化の平均ビット誤り率特性を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態3である符号化装置および復号化装置の一実施の形態を示すブロック図である。

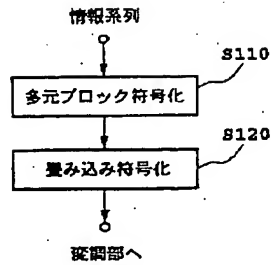
【符号の説明】

- 900 多元化部
- 915 RS符号化器
- 30 920 シンボルインタリーブ
- 925 CRC検査ビット付加部
- 930 畳み込み符号化器
- 935 ビットインタリーブ
- 940 変調部
- 950 復調部
- 955 ビットデインタリーブ
- 960 畳み込み符号の復号化器
- 965 CRCによる誤り検出部
- 970 シンボルデインタリーブ
- 40 975 消失訂正によるRS符号の復号化器
- 980 誤り訂正によるRS符号の復号化器
- 990 2元化部

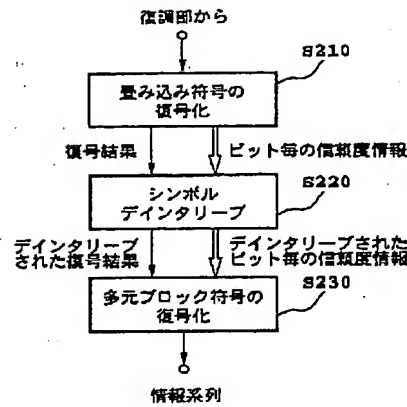


【図1】

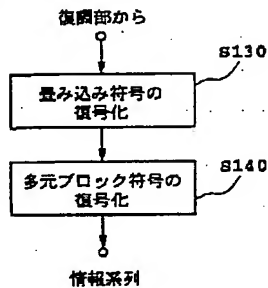
(a) 送信側



【図2】

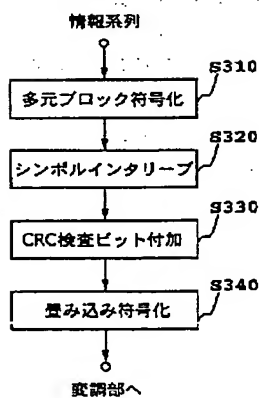


(b) 受信側

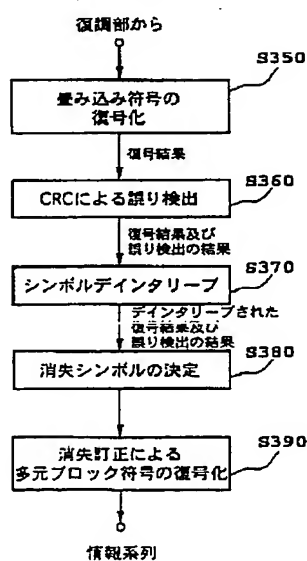


【図3】

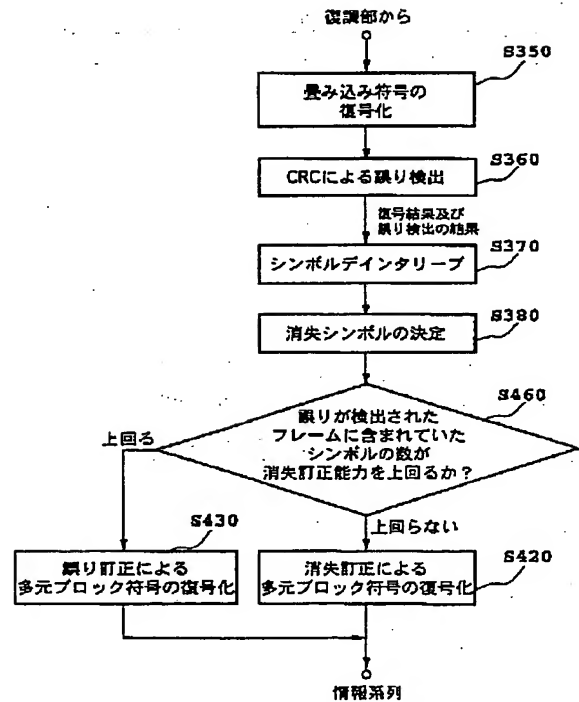
(a) 送信側



(b) 受信側

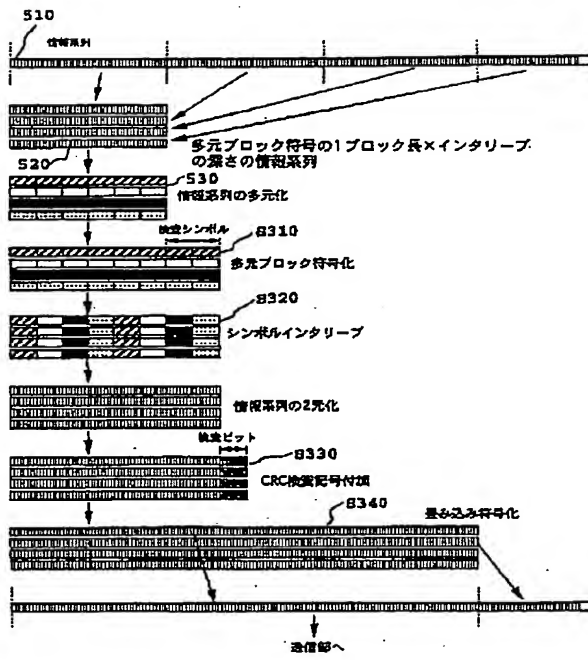


【図4】

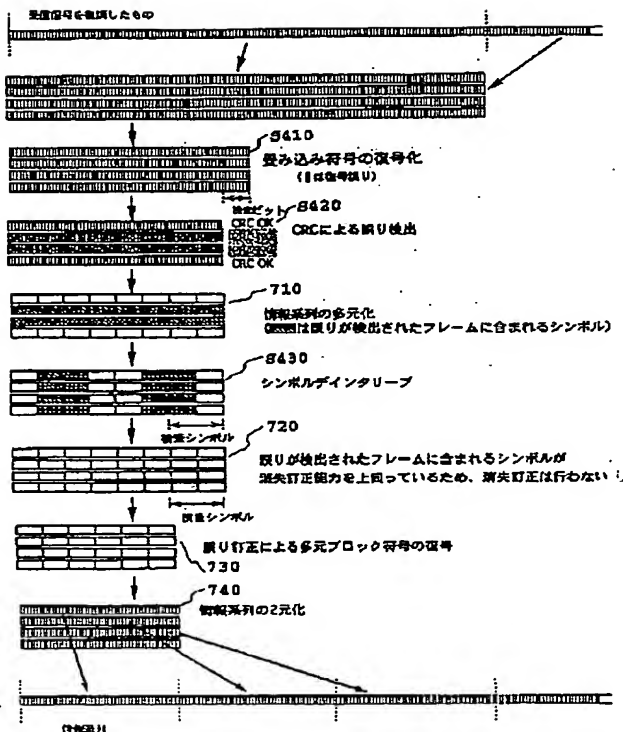




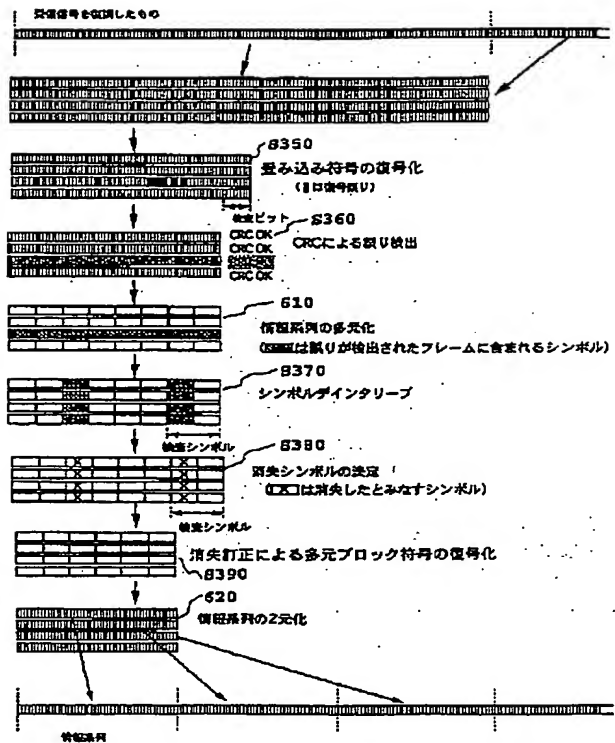
【図5】



【図7】

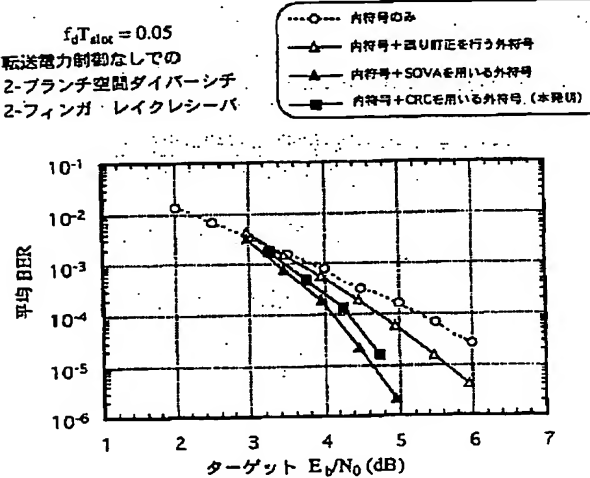


【図6】

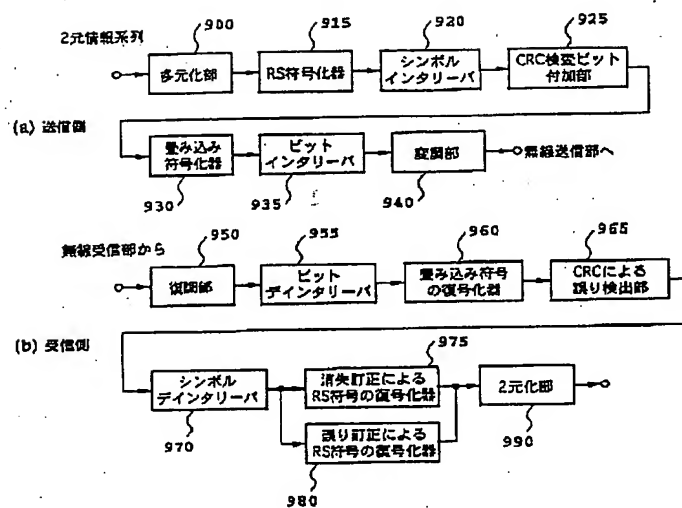


【図8】

$f_d T_{slot} = 0.05$   
 伝送電力制御なしでの  
 2-プランチ空間ダイバーシティ  
 2-フィンガ・レイクレシーバ



【図9】



フロントページの続き

(72) 発明者 佐藤 俊文  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内